

**DERS-3**

**-REOLOJİ-**

**VİSKOZİTE VE AKIŞ TIPLERİ**

# Reoloji

- Yunanca'da “*rheos*” akış demektir. Yunan filozofu Heraclitus reolojiyi “*panta rei*” – akan herşey olarak tanımlamıştır.
- Bir maddenin bir zorlayıcı kuvvet karşısında deformasyonuna ve akışına neden olan mekanik özelliklerini, yani reolojik özelliklerini inceleyen bir disiplindir.
- Akışkan reolojisi genellikle farklı ürünlerin konsistensleriyle tanımlanır.
  - Viskozite, Elastiklik

# Reoloji

- Reolojik özellikler, maddenin yoğunluk, porozite ve nem içeriği gibi diğer bazı özellikleriyle karşılıklı ilişki içindedir.
- Reolojik veriler, ürün kalitesinin değerlendirilmesinde, mühendislik hesaplamalarında ve proses tasarımında gereklidir.



# Reoloji

## Deformasyon

## Akış

### Elastik

### Inelastik

### Plastik

### Viskoz

Hookean

Non-  
Hookean

Visko-  
elastik

Visko-  
plastik

Non-  
Bingham

Bingham

Newtonian

Non-  
Newtonian

- Sıvılar genellikle akış özelliği gösterirler ve içinde bulunduğu kabın Őeklini alırlar.
- Bir sıvının akabilme özelliği viskozite özelliğinden kaynaklanır.



# Viskozite- Gıda endüstrisi açısından önemi

- Gıda işletmelerinde, işlenecek akışkanın viskozitesi uygun ekipman seçimi için gereklidir.
  - Pompalar, ekstruderler, karıştırıcılar
- Ürünün viskozitesi, ısı uygulaması, soğutma, homojenizasyon, konsantrasyon, endüstriyel fermentasyon gibi uygulamalarla büyük ölçüde değişebilir.
  - Viskozitedeki değişimler, bu işlemlerin tasarımında önemlidir.



# Viskozite- Gıda endüstrisi açısından önemi

- Burada pompanın işlevi akışkan içindeki iç dirence ve akışkanla boru duvarları arasındaki sürtünme direncine karşı enerji üretmektir.
- Enerji inputunu etkileyen faktörler, gerekli basınç, volumetrik akış hızı ve akışkanın viskozitesinin ve sürtünme kuvvetinin büyüklüğüdür.
- Akışkanın viskozitesi artarken, sürtünme kuvveti de artar ve daha fazla enerjiye gereksinim duyulur.
- Oluşan bu sürtünme kuvvetine ek olarak, akışkanın viskozitesi pompanın, pastörizörün ve şişeleme ekipmanının seçiminde etkili olabilir.

# Farklı sistemlerde viskozite birimleri

Sistem	Kayma gerilimi (Shear stress)	Kayma oranı (Shear rate)	Dinamik viskozite
SI	$\text{N m}^{-2}$	$\text{s}^{-1}$	$\text{N s m}^{-2}$ (ya da poiseuille (PI)) ya da Pa.s
cgs	$\text{dyn cm}^{-2}$	$\text{s}^{-1}$	$\text{dyn s cm}^{-2}$ (ya da poise P)
Imperial	$\text{lbf ft}^{-2}$	$\text{s}^{-1}$	$\text{lbf s ft}^{-2}$

Literatürde SI sistem kabul edilir. Ancak, poise (P) ya da centipoise (cP) da hala kullanılmaktadır.

$$1 \text{ P} = 1 \text{ dyn s cm}^{-2} = 10^{-5} \text{Ns} / 10^{-4} \text{m}^2 = 10^{-1} \text{ PI}$$

$$\text{Diğer bir ifade şekli } 1 \text{ mPa.s} = 10^{-3} \text{PI (N.s.m}^{-2}) = 1 \text{ cP}$$



# Viskozite

- Sıcaklık etkisi- Viskozite sıcaklıkla değişir.
  - Akışkanların viskozitesi üzerine sıcaklığın etkisindeki farklılık moleküler yapının farklı olmasından kaynaklanır.
  - Birçok sıvının viskozitesi sıcaklık arttıkça azalır.
    - Sıcaklık arttıkça moleküller arasındaki kohesif kuvvetler azalır ve akış serbest hale gelir.
- Basınç etkisi- Birçok sıvıda viskozite, 10134 MPa'lık bir basınca kadar değişmez.
  - 10134 MPa'ın üstündeki basınç uygulamalarında, vizkozite basınç arttıkça artar.

# Dinamik X Kinematik Viskozite

## ■ Dinamik viskozite:

- Dinamik viskozite = kayma gerilimi / kayma oranı
- Kayma hareketine karşı akışkan katmanlarının gösterdiği direnci ifade eder.

## ■ Kinematik vizkozite:

- Dinamik viskozitenin akışkanın yoğunluğuna oranıdır.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Birimi “stoke” (cm<sup>2</sup>/s) ya da m<sup>2</sup>/s

- Newtonsal olmayan akışkanlar için genelde uygun değildir.

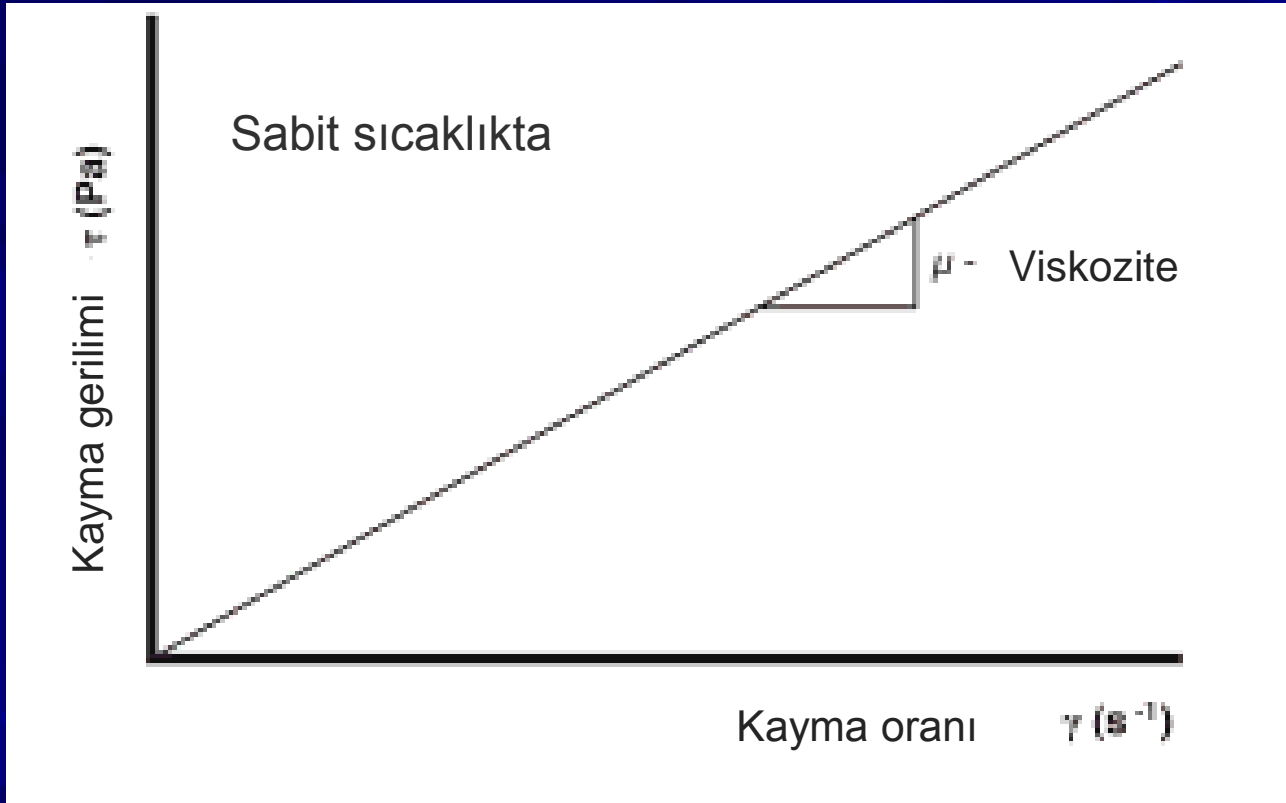
# Akış Tipleri

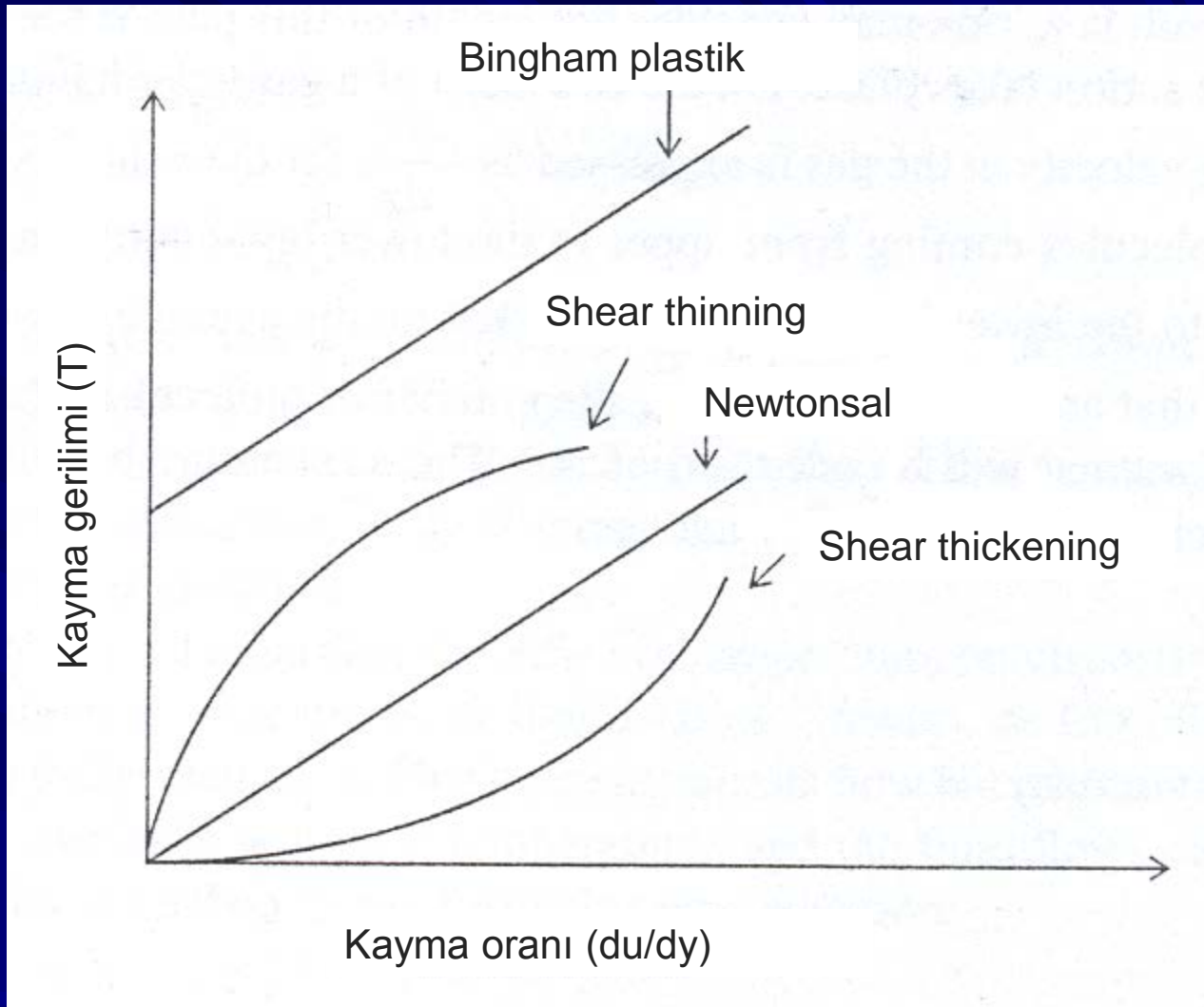
- Akış karakterlerine göre akışkanlar 3 gruba ayrılırlar;
  - Newtonsal (Newtonian) akışkanlar
  - Newtonsal olmayan (Non-Newtonian) akışkanlar, zamandan bağımsız
  - Newtonsal olmayan (Non-Newtonian) akışkanlar, zamana bağımlı

# Newtonsal akışkanlar

- Newton'un viskozite kanuna uyan akışkanlardır.
- Newtonsal akışkanlarda, kayma gerilimi ve kayma oranı grafiğinde eğrinin eğimi, yani viskozite, sabittir ve kayma oranından bağımsızdır.
- Gazlar, sıvı yağlar, su ve %90'dan daha fazla su içeren sıvılar Newtonsal akış davranışı sergilerler.
  - Süt, çay, kahve, bira, gazlı içecekler, meyve suları vb.
- Ancak gıda endüstrisi için önem taşıyan akışkanların büyük bir bölümü Newtonsal akış davranışı göstermezler.

# Sabit sıcaklıkta Newtonsal bir sıvının viskozitesi





Kayma oranı ve kayma gerilimine göre çizilen grafikte eğrinin eğimi Newtonsal olmayan akışkanlar için sabit değildir.